

PERENCANAAN REHABILITASI KOLAM DETENSI MELATI JAKARTA PUSAT

Undayani Cita Sari, Evi Mariana, Suseno Darsono^{*)}, Siti Hardiyati^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Sistem drainase dengan polder dan pompa merupakan sistem yang paling efektif dan efisien dalam menangani banjir yang terjadi pada daerah yang memiliki topografi landai seperti Jakarta. Sebagai ibu kota Negara dan kota metropolitan, Jakarta terus mengalami perkembangan yang pesat, yang menyebabkan luas lahan hijau yang ada sebagai daerah resapan air dan pemukiman tidak seimbang. Hal inilah sebagai penyebab utama terjadinya banjir di Jakarta. Dari hasil pengolahan data curah hujan pada stasiun Kemayoran, dapat dianalisis intensitas curah hujan dengan menggunakan pendekatan diagram hyetograph Jakarta untuk DAS Ciliwung berdasarkan analisis yang dilakukan oleh Netherland Engineering Consultant. Qrencana didapat dengan memodelkan dengan program bantuan, yaitu SWMM 5.0 untuk periode 100 tahun, dikarenakan Jakarta sebagai pusat bisnis dan pemerintahan. Daerah tangkapan air yang luas dan Jakarta merupakan perkotaan adalah alasan dimana pemodelan SWMM 5.0 cocok untuk digunakan, sehingga didapat Qrencana sebesar 11 m³/detik. Dengan Qrencana tersebut didapat volume tampungan sebesar 75888 m³, pada kondisi eksisting luas kolam detensi adalah 49000 m², sehingga didapat kedalaman kolam 5 meter dengan 8 buah pompa berkapasitas 4 m³/detik.

kata kunci : polder, kolam detensi, pompa

ABSTRACT

Drainage system with polder and pump is the most effective and efficient system for handling the floods that was occurred in the area which has a slooping topography such as Jakarta. As the state's capital and metropolitan city, Jakarta has been developing rapidly, which made the existing green land as water infiltration area and settlement become unbalanced. This is a major cause of flooding in Jakarta. From the result of rainfall data processing in Kemayoran station, rainfall intensity can be analyzed by using Jakarta's hyetograph diagram approach for Ciliwung's watershed based on analysis that was conducted by Netherland Engineering Consultant. Qplan is obtained by modeling it with additional program, the SWMM 5.0 for a period of 100 years, due to Jakarta as a business and government center. Large catchment area and downtown are the reason that SWMM 5.0 is suitable to use for modeling. Thus Qplan is obtained in the amount of 11 m³. Reservoir's volume in the amount of 75888 m³ is obtained by using Qplan, at the existing

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

condition detention pond area is 49000 m^2 , so depth of pond is 5 m with 8 pumps and $4 \text{ m}^3/\text{sec}$ capacity is obtained.

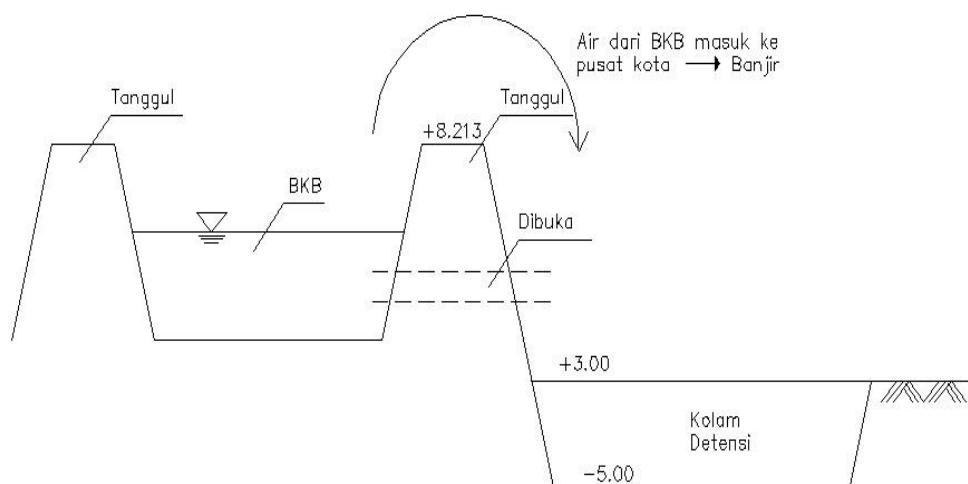
keywords: *polder, detention pond, drainage pump*

PENDAHULUAN

Upaya penanggulangan banjir di Jakarta sudah dilakukan sejak tahun 1920-an oleh Van Bren yang menyusun rencana tata air di Batavia, dengan melakukan berbagai langkah, seperti penggalian terusan banjir Krukut dari wilayah Karet ke laut. Terusan itulah yang kemudian disebut Banjir Kanal Barat (BKB).

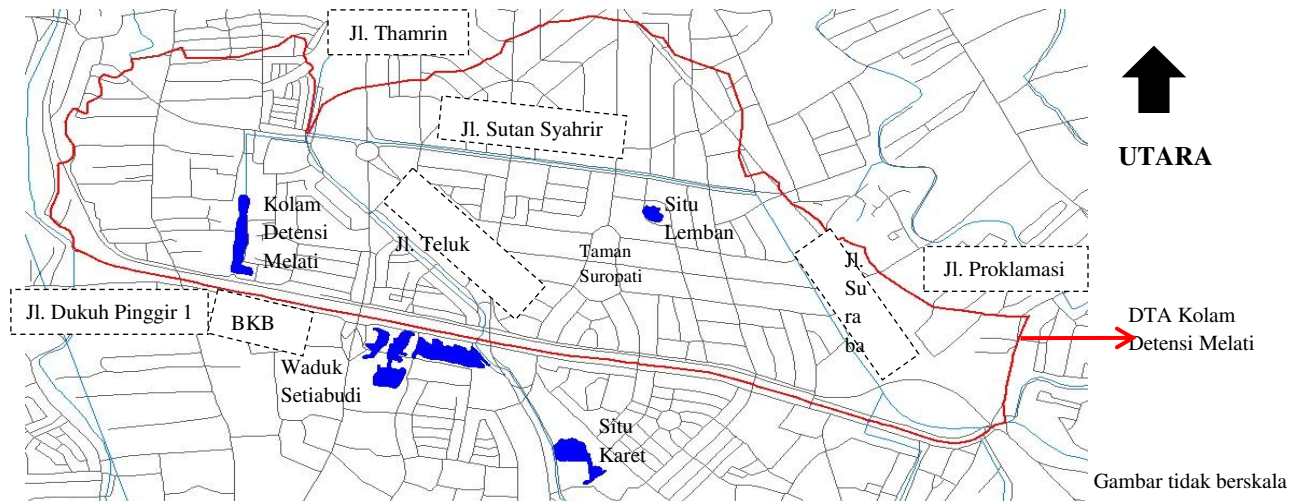
Namun, semakin lama perkembangan Kota Jakarta semakin pesat. Semakin banyaknya apartemen, hotel, dan pusat perbelanjaan tidak sebanding dengan luas lahan hijau yang dapat digunakan untuk meresap dan mengalirkan air, sehingga, Banjir Kanal Barat tidak dapat diandalkan lagi untuk menanggulangi aliran air.

Penanganan banjir di tengah kota ini, dapat dilakukan dengan sistem polder, dengan membangun kolam detensi yang berfungsi sebagai tempat tampungan air khususnya pada saat musim penghujan. Kolam ini dilengkapi dengan sistem pompa untuk pembuangan air ke BKB secara bertahap, yang kemudian akan menuju laut. Pemompaan diperlukan, karena apabila tanggul yang berada di antara BKB dengan daerah kota dibuka, maka air di pusat kota tidak dapat mengalir ke BKB dikarenakan elevasinya yang lebih rendah. Malahan, air dari BKB yang mengalir ke pusat kota dikarenakan elevasi BKB lebih tinggi daripada pusat kota. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Sketsa BKB dengan Daerah Kota

Oleh karena itu, perlu dibangun kolam detensi yang diharapkan dapat sebagai pengendali banjir di tengah kota, yang diantaranya adalah kolam detensi Melati yang terletak di Jakarta Pusat. Daerah Tangkapan Air (DTA) untuk kolam detensi Melati ini dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Peta DTA Kolam Detensi Melati

Maksud dari pembuatan perencanaan sistem polder Melati ini adalah untuk melindungi kawasan DTA Melati, yang mencakup jalan Thamrin, jalan Proklamasi, hingga jalan Dukuh Pinggir 1 dari ancaman banjir yang dapat terjadi.

Tujuannya adalah untuk :

- Menghitung debit rencana dengan program *Storm Water Management Model (SWMM) 5.0*
- Merencanakan saluran primer
- Merencanakan kolam detensi
- Merencanakan pompa dan rumah pompa
- Menghitung rencana anggaran biaya

Ruang lingkup dalam perencanaan sistem polder Melati ini adalah :

- Mencari debit banjir yang terjadi dengan permodelan komputer menggunakan SWMM.
- Perencanaan konstruksi kolam dan bangunan pelengkap (saluran primer, *spillway*, dan rumah pompa), termasuk didalamnya analisis perhitungan dan pengecekan stabilitas.

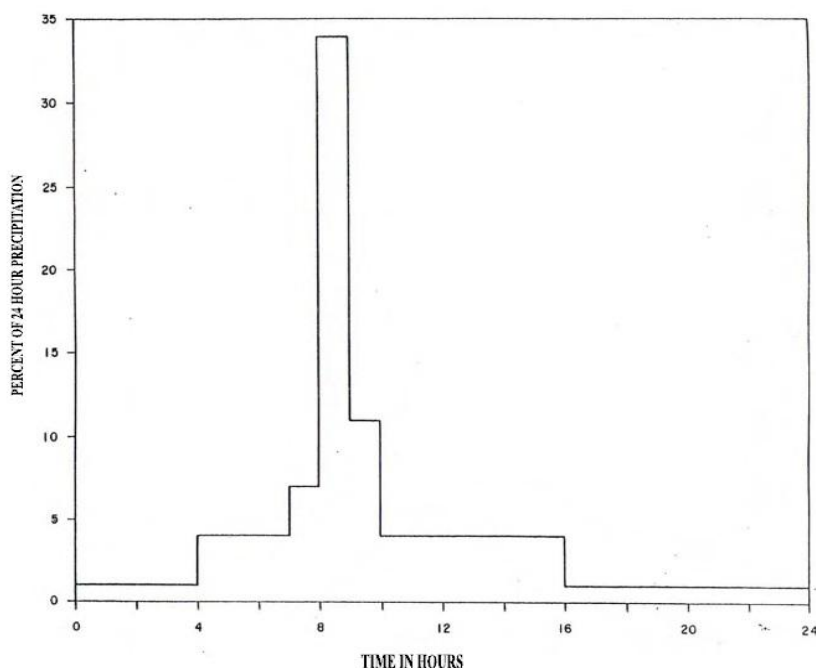
TINJAUAN PUSTAKA

Sistem polder merupakan suatu sistem drainase yang cocok untuk wilayah yang berada di daerah rendah, yang membentuk sistem pengelolaan air yang tertutup yang dikelilingi oleh tanggul (Suripin, 2004). Tanggul ini melindungi wilayah polder dari limpasan air permukaan disekelilingnya. Tinggi muka air kolam detensi yang berada didalam wilayah polder dijaga tetap rendah menggunakan pompa. Kolam penampungan didalam polder digunakan untuk tempat penampungan air sementara pada saat hujan yang kemudian dipompakan ke sungai yang berada disebelahnya. Elevasi muka air di kolam lebih rendah, maka kapasitas tampungan dapat maksimal, sehingga air limpasan di wilayah polder dapat mengalir secara gravitasi.

Untuk merencanakan sistem polder termasuk didalamnya kolam tampungan dan pompanya, dibutuhkan data curah hujan dari stasiun yang telah ditentukan, biasanya

terletak dekat dengan DTA yang ada. Data curah hujan tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode statistik untuk menentukan jenis sebarannya (Triatmodjo, 2009; Soemarto, 1993; dan Suripin, 2004). Jenis sebaran tersebut kemudian digunakan untuk menentukan besarnya curah hujan berdasarkan masing-masing periode ulang.

Curah hujan kemudian dihitung intensitas hujannya dengan menggunakan grafik curah hujan DAS Ciliwung yang dibuat oleh Netherland Engineering Consultant tahun 2005, yang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



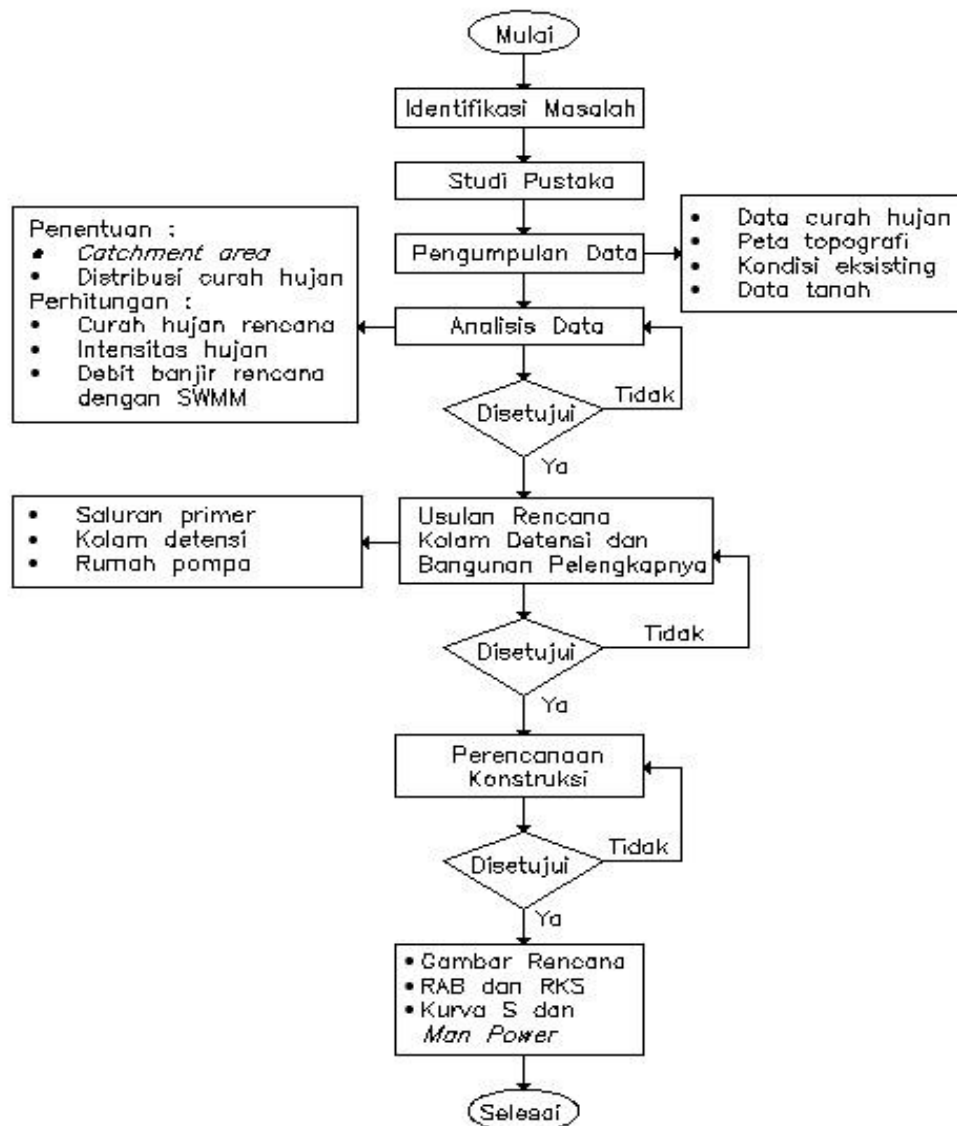
Gambar 3. Diagram *Hyetograph* oleh *Netherland Engineering Consultant*

Perhitungan debit rencana menggunakan intensitas hujan yang telah dihitung tersebut, dengan menggunakan permodelan SWMM 5.0. SWMM versi 5.0. adalah model simulasi limpasan (runoff) curah hujan periodik yang digunakan untuk mensimulasi kejadian tunggal atau kejadian terus-menerus dengan kuantitas dan kualitas limpasan dari luas wilayah yang ditinjau. Aliran limpasan di SWMM dapat ditelusuri melalui saluran terbuka, kolam tampungan dan pompa (Rossman, 2010).

Dikarenakan Jakarta berada pada daerah yang landai dan merupakan perkotaan, maka pemodelan dengan SWMM ini cocok untuk digunakan. Pada SWMM perlu dimasukkan intensitas hujan, nilai Manning, prosentase dari lahan yang kedap air maupun yang tidak kedap air, dengan metode infiltrasi Horton dan kapasitas pompa yang digunakan (Rossman, 2010 dan *Urban Drainage and Flood Control District*, 2001). Dari SWMM ini akan didapatkan besarnya debit yang masuk dan keluar dari kolam sehingga tampungan yang dibutuhkan dapat diketahui. Selanjutnya dapat direncanakan bangunan pelengkap yang menyertainya, seperti saluran primer, *spillway*, dan rumah pompa.

METODOLOGI

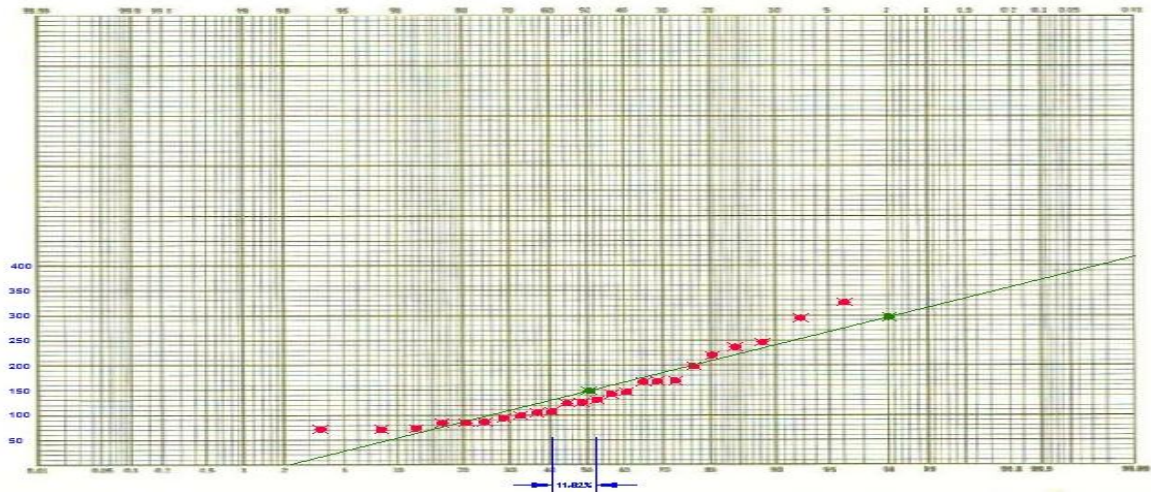
Dalam penulisan diperlukan adanya suatu metode yang menjelaskan tahapan-tahapan proses dari awal hingga akhir. Metode tersebut dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Bagan Alir Metodologi

ANALISIS HIDROLOGI

Analisis data hidrologi dibutuhkan sebagai dasar perhitungan untuk menentukan curah hujan yang terjadi di suatu wilayah berdasarkan periode ulang yang diinginkan. Pada perencanaan kolam detensi ini, digunakan curah hujan dari stasiun Kemayoran dengan lama waktu 24 tahun, kemudian dilakukan analisis sebaran dengan metode statistik yang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik Curah Hujan Distribusi Normal

Berdasarkan Gambar 5, maka dapat dilihat bahwa sebaran yang digunakan adalah sebaran normal, yang curah hujan untuk setiap periode ulangnya dapat dilihat dalam tabel 1 berikut

Tabel 1. Curah Hujan Rencana Metode Sebaran Normal

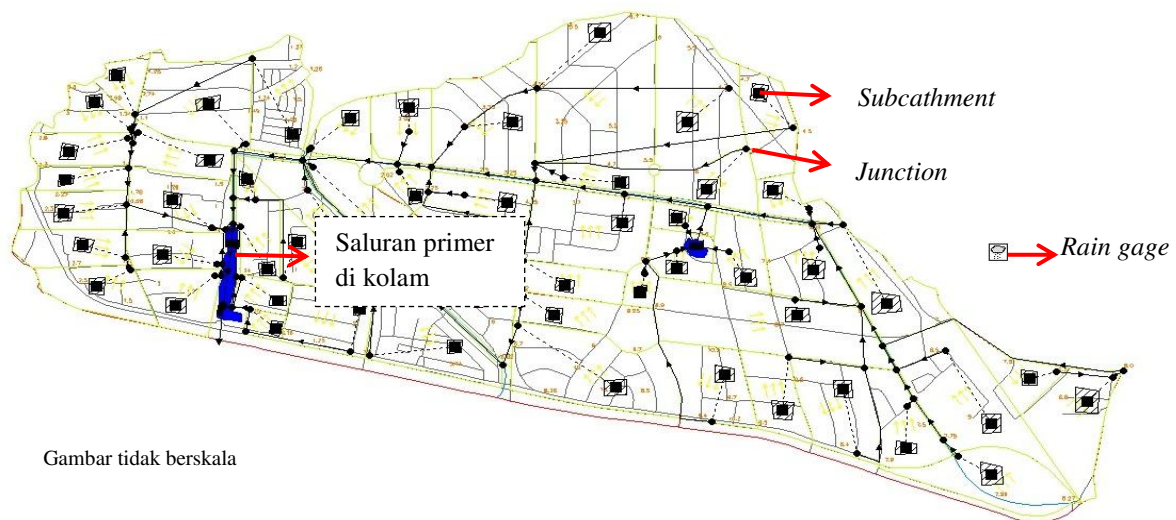
Tr (Tahun)	\bar{X} (mm)	k	S (mm)	Xt (mm)
10	147.133	1.28	71.9497	239.229
20		1.64		265.1309
50		2.05		294.6303
100		2.33		314.7762

Jakarta merupakan Kota Metropolitan, sehingga berdasarkan literatur mengenai analisis ekonomi, maka diperoleh kesimpulan bahwa curah hujan rencana yang digunakan adalah curah hujan periode 100 tahun. Perhitungan intensitas curah hujan didapat dengan pendekatan menggunakan diagram hyetograph Jakarta untuk DAS Ciliwung berdasarkan analisis yang dilakukan oleh *Netherland Engineering Consultant*. Jadi, didapat intensitas hujan berdasarkan curah hujan 100 tahun yang ditunjukkan dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2. Intensitas Hujan

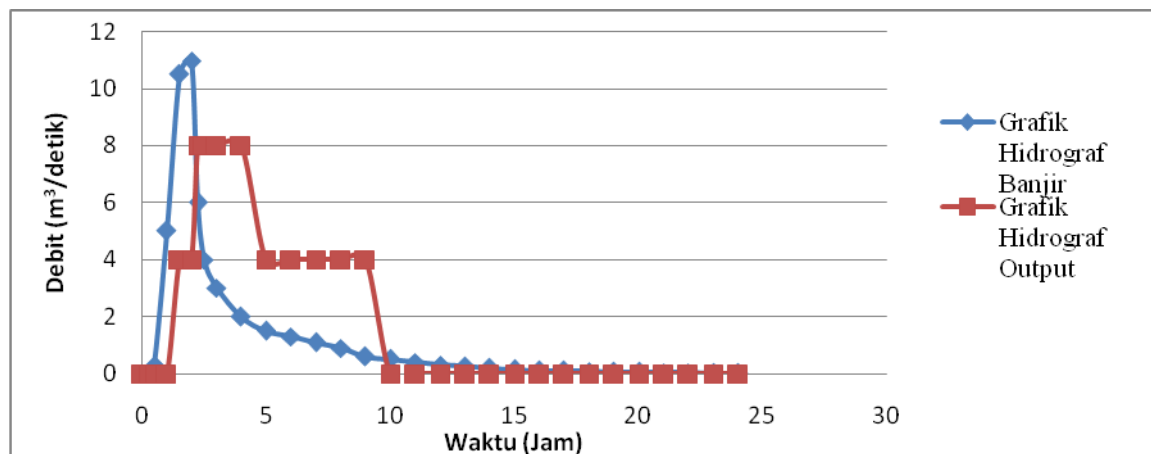
Time	Prosentase Precipitasi (%)	Value	Time	Prosentase Precipitasi (%)	Value
0:10	1.05%	3.3052	1:15	4.13%	13.0003
0:15	1.05%	3.3052	1:20	4.13%	13.0003
0:20	1.05%	3.3052	1:25	1.05%	3.3052
0:25	4.13%	13.0003	1:30	1.05%	3.3052
0:30	4.13%	13.0003	1:35	1.05%	3.3052
0:35	4.13%	13.0003	1:40	1.05%	3.3052
0:40	4.13%	13.0003	1:45	1.05%	3.3052
0:45	34.16%	107.5276	1:50	1.05%	3.3052
0:50	10.89%	34.2791	1:55	1.05%	3.3052
0:55	4.13%	13.0003	2:00	1.05%	3.3052
1:00	4.13%	13.0003	2:05	1.05%	3.3052
1:05	4.13%	13.0003	Σ	100%	314.7762

Intensitas curah hujan tersebut kemudian diinputkan ke dalam program SWMM 5.0, dalam bentuk intensitas hujan untuk *rain gage*, untuk mendapatkan grafik hidrograf banjir yang digunakan merencanakan kolam detensi. Selain itu, juga perlu diinputkan kondisi eksisting saluran seperti nilai manning, dimensi saluran, panjang saluran, dan juga luas sub-sub DTA (*subcatchment*). Juga, kapasitas pompa yang akan direncanakan dalam kolam detensi tersebut. Berikut, pada Gambar 6, merupakan gambar DTA untuk kolam detensi Melati yang diinputkan kedalam SWMM.



Gambar 6. DTA kolam detensi Melati pada SWMM

Dari hasil pemodelan SWMM tersebut, kemudian didapatkan grafik hidrograf banjirdan grafik hidrograf *output*(*outflow*) yang dapat dilihat pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Grafik Hidrograf Debit Banjir

Dari grafik hidrograf diatas maka diperoleh tampungan kolam sebesar 75888 m³. Dengan luas kolam detensi 4,9 Ha dan memperhatikan kondisi aliran untuk mengalirkan air secara gravitasi dari saluran, didapat kedalam kolam 5 meter.

PERENCANAAN KONSTRUKSI

Kolam detensi Melati mempunyai sistem kerja yang direncanakan sebagai berikut:

- Elevasi dasar saluran primer adalah ± 0.00 meter, sedangkan elevasi dasar kolam pada kedalaman -5.00 m. Saluran primer didesain dengan sisi tegak berpenampang terbuka dikarenakan keterbatasan lahan.
- Kolam didesain dengan satu saluran yang sebagai saluran *inflow* dan *outflow*.
- Air dari saluran primer dibiarkan mengalir ke dalam kolam melalui *inlet* (*inflow*) dengan spilway dan dikeluarkan melalui *outlet* (*outflow*) dengan pompa ke BKB.
- Apabila muka air kolam detensi sudah terlihat tinggi, maka dapat langsung dilakukan pemompaan air ke BKB.
- Pengoperasian pompa dilakukan dengan tetap menjaga muka air pada kedalaman minimal 1,50 meter dari dasar kolam.
- Perkuatan pada kolam dengan menggunakan *pile*, dikarenakan keterbatasan lahan sehingga perkuatan yang tegak lurus lebih efektif.

Perencanaan Saluran Primer

Pada Kolam Detensi Melati, terdapat lima buah titik (*junction*) saluran, tiga buah berada di kiri kolam, dan dua buah berada di kanan kolam. Pendimensian saluran primer menggunakan debit yang ada pada *junction* yang telah ditentukan. Pendimensian menggunakan persamaan Manning sebagai berikut.

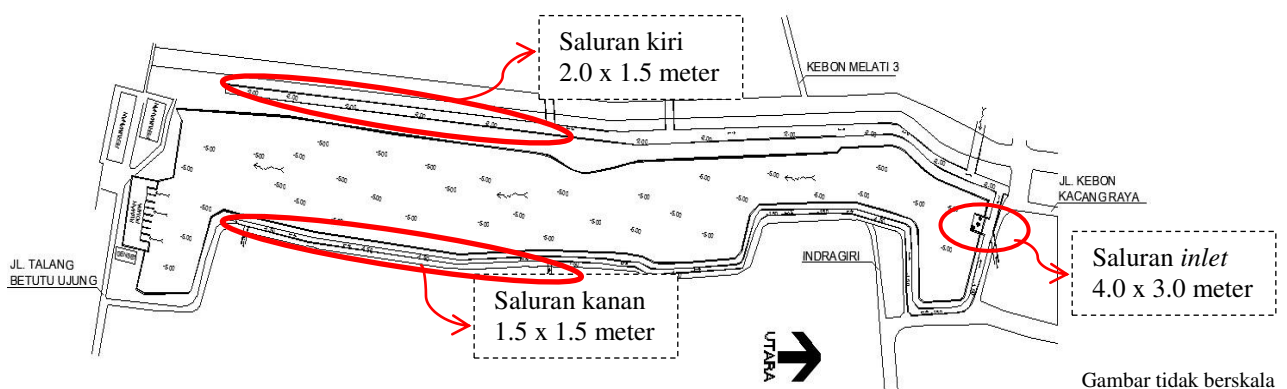
$$Q = (1/n) R^{2/3} s^{1/2} P$$

Dimana:

Q	= Debit banjir rencana (m^3/detik)
n	= Koefisien kekasaran dari Manning
R	= Radius hidrolik (m)
s	= Kemiringan dasar saluran
P	= Luas tampang basah (m^2)

Didapat dimensi saluran pada kiri kolam adalah $2,0 \times 1,5$ meter dan pada kanan kolam adalah $1,5 \times 1,5$ meter, untuk saluran inlet, berdimensi $4,0 \times 3,0$ meter.

Denah saluran primer pada kolam detensi dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Denah Saluran Primer pada Kolam Detensi Melati

Saluran primer ini tentunya harus direncanakan penulangannya agar kuat menahan beban yang bekerja, digunakan tulangan utama $\varnothing 10 - 50$ mm dan tulangan bagi $\varnothing 10 - 250$ mm.

Perencanaan *Spillway*

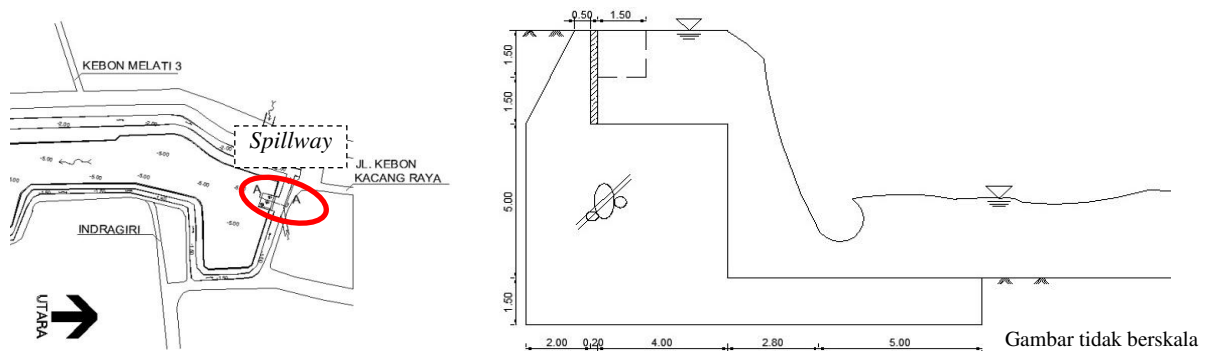
Lebar *spillway* direncanakan berdasarkan persamaan matematis sebagai berikut.

$$Q = \frac{2}{3} \times c \times A \sqrt{\frac{2}{3} g h}$$

Dimana:

Q	= Debit banjir rencana (m ³ /detik)
c	= Koefisien kontraksi
A	= Luas tampang basah (m ²)
g	= percepatan gravitasi (9,81 m ² /detik)
h	= Tinggi saluran (m)

Didapat lebar *spillway* 4 meter. Denah dan desain rencana konstruksi *spillway* dapat dilihat pada Gambar 9 berikut:

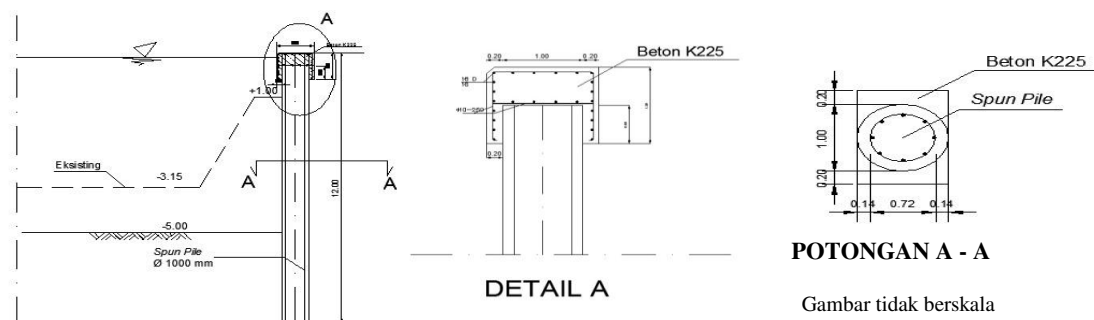


Gambar 9. Denah dan Desain Rencana *Spillway* (Potongan A-A)

Desain rencana *spillway* pada Gambar 9 tersebut harus dicek stabilitasnya dalam geser, guling, pecah konstruksi, serta daya dukung tanah, pada kondisi kering dan banjir.

Perencanaan *Pile*

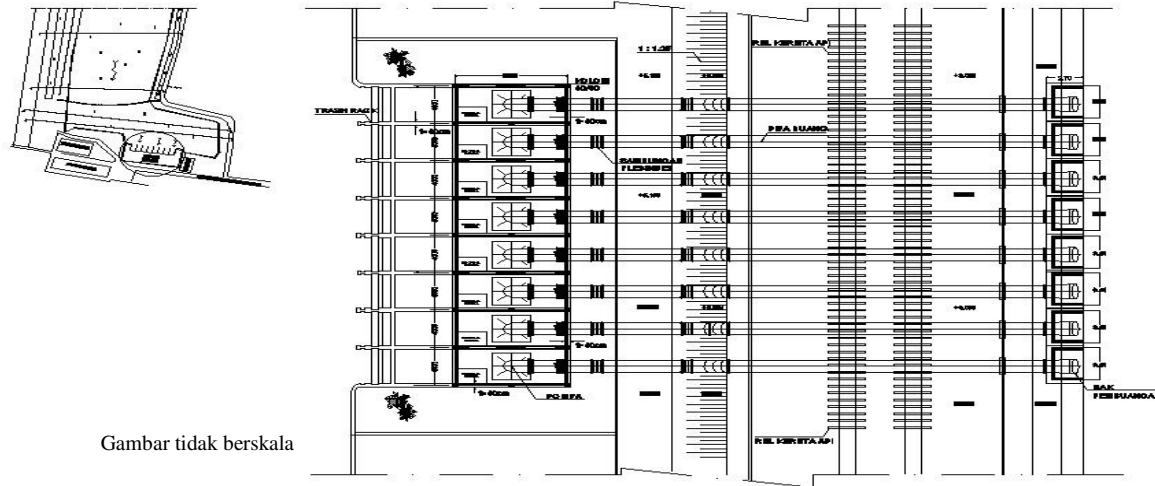
Pada kolam detensi Melati, menggunakan dinding penahan tanah berupa *pile*. Perencanaan perhitungannya menggunakan metode turap kantilever dikarenakan *pile* direncanakan tidak menggunakan angkur karena pembebasan lahan yang sulit. Dari perhitungan didapat tinggi turap 12 meter dan momen maksimum adalah 104.257 tonmeter. Oleh karena itu digunakan turap jenis *spun pile* dengan diameter 1000 mm, yang mempunyai momen *crack* 105,7 Tm dan berat 11,35 ton. Desain *pile* pada kolam detensi dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Desain dan Potongan A – A *Spun Pile* pada Kolam Detensi

Perencanaan Rumah Pompa

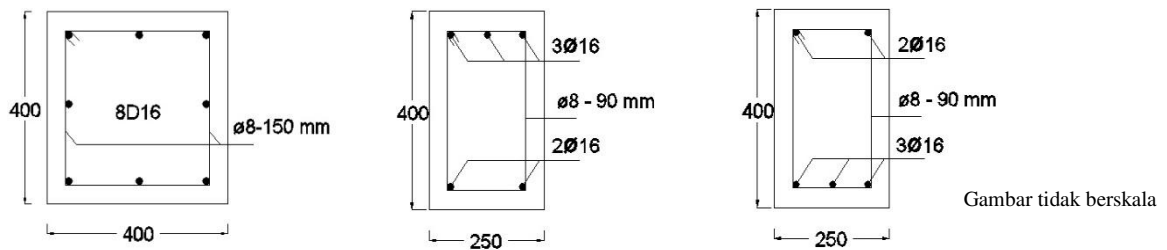
Pada kolam detensi ini, direncanakan menggunakan 8 buah pompa kapasitas 4 m³/detik. Berikut ini merupakan desain denah rumah pompa yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar tidak berskala

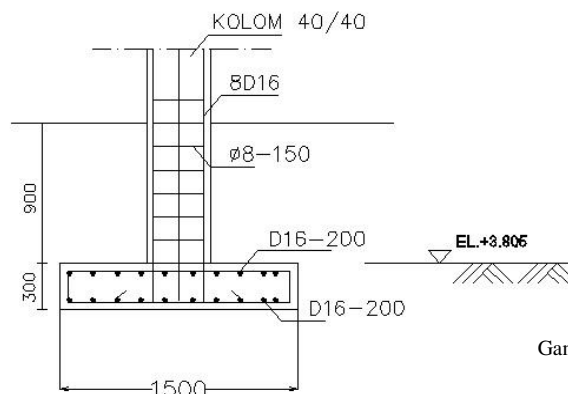
Gambar 11. Desain Denah Rumah Pompa

Dari desain denah rumah pompa pada Gambar 11 tersebut, dapat dianalisis beban yang bekerja, yaitu beban mati (berat sendiri bangunan), beban dari luar (beban hujan), dan beban hidup, yang kemudian diinputkan dengan menggunakan program SAP 2000. sehingga dapat direncanakan struktur konstruksi yang dibutuhkan yang dapat dilihat pada Gambar 12 untuk kolom, balok tumpuan, dan lapangan. Juga Gambar 13 untuk *pile cap* pondasi.



Gambar tidak berskala

Gambar 12. Struktur Kolom, Balok Tumpuan dan Balok Lapangan



Gambar tidak berskala

Gambar 13. Struktur *Pile Cap* Pondasi

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam perencanaan rehabilitasi kolam detensi Melati, Jakarta Pusat, adalah sebagai berikut:

1. Debit rencana yang diperoleh dari pemodelan dengan SWMM didapat $11 \text{ m}^3/\text{detik}$.
2. Saluran primer yang berada di sisi kiri kolam detensi berdimensi $2,0 \times 1,5$ meter dan di sisi kanan kolam berdimensi $1,5 \times 1,5$ meter. Saluran pada bagian *inflow spillway* berdimensi $4,0 \times 3,0$ meter.
3. Dibutuhkan tampungan kolam 75888 m^3 , dengan luas eksisting $4,9 \text{ Ha}$, maka didapat kedalaman kolam sebesar 5 meter, dengan perkuatan berupa *spun pile* diameter 1000 mm dan tinggi 12 m.
4. Digunakan 8 pompa berkapasitas $4,0 \text{ m}^3$ dengan 2 pompa sebagai cadangan.
5. Biaya untuk pembangunan kolam detensi Melati sebesar Rp 121.865.180.900,00

SARAN

Berikut saran dalam perencanaan rehabilitasi kolam detensi Melati, Jakarta Pusat :

1. Penggunaan drainase dengan pompa menghabiskan biaya yang besar untuk investasi dan operasionalnya, maka perlu dilakukan pemeliharaan teratur dan sesuai standar sehingga dapat bertahan secara efektif dan hasilnya dapat berfungsi secara optimal dalam penanggulangan banjir yang terjadi di kawasan Jakarta Pusat.
2. Perlu dilakukan sosialisasi terhadap warga agar ikut berperan serta dalam pemeliharaan seluruh komponen kolam sehingga dapat berfungsi secara optimal. Juga sosialisasi untuk menjaga kebersihan saluran yang dapat mengurangi fungsi dari saluran tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Netherland Engineering Consultant. 2005. *Drainage Management for Jakarta Strategic Action Program Development (DKI 3-9), Western Java Environmental Management Project (WJEMP), IBRD Loan 4612-IND/IDA Credit 3519-IND. Laporan Akhir Zona 7.*
- Rossman, Lewis A. 2010. *Storm Water Management Model, User's Manual Version 5.0.* Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati, Ohio
- Soemarto, C.D. 1993. *Hidrologi Teknik.* Jakarta : Erlangga
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase yang Berkelanjutan.* Yogyakarta : PT. Andi
- Triatmodjo, B. 2009. *Hidrologi Terapan.* Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Urban Drainage and Flood Control District. 2001. *Urban Storm Drainage, Criteria Manual, Volume I.* Denver, Colorado